

УДК 549.67

МИНЕРАЛОГИЯ

Н. Ф. ЧЕЛИЩЕВ, Б. Г. БЕРЕНШТЕЙН, В. Л. БОРУЦКАЯ

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КЛИНОПТИЛОЛИТА ИЗ АУТИГЕННЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ СССР

(Представлено академиком А. В. Сидоренко 16 III 1973)

При решении проблемы комплексного использования минерального сырья ⁽¹⁾ важное значение приобретает расширение сырьевой базы природных сорбентов. Особое значение при этом имеет освоение месторождений высококремнистых цеолитов, устойчивых к воздействию высоких температур и агрессивных сред.

Минералогические проявления цеолитов экзогенного происхождения весьма многочисленны ⁽²⁾. Однако достаточно крупные месторождения важных в технологическом отношении высококремнистых цеолитов, как правило, связаны с эффузивно-осадочными породами ⁽³⁻⁵⁾. В Советском Союзе в последние годы обнаружены значительные месторождения аутигенных цеолитов ⁽⁶⁻⁸⁾. Нами специальное внимание было уделено крупным месторождениям клиноптилолита в Грузии (Дзегви), Туркмении (Бадхыз), Азербайджане (Ай-Даг), Армении (Новый Кохб), представляющим собой достаточно протяженные пластовые залежи цеолитизированных туфогенно-осадочных пород. Состав пирокластического материала, подвергшегося диагенетической цеолитизации, судя по реликтовым минералам, близок в различных изученных нами месторождениях. Основные реликтовые минералы — кварц, полевые шпаты, стекло и биотит. Кроме клиноптилолита в качестве аутигенных минералов могут присутствовать небольшие количества других цеолитов и монтмориллонит. Встречаются также кальцит, серицит, хлорит, магнетит, пирит. Отличительной особенностью этих месторождений является высокое содержание клиноптилолита. По данным рентгеновской дифрактометрии и минералогического анализа для средних проб оно составляет 76—95% (см. табл. 1).

Таблица 1

Минеральный состав цеолитизированных туфогенно-осадочных пород из месторождений СССР (вес. %)

	Дзегви	Бадхыз	Ай-Даг	Новый Кохб
Клиноптилолит	92—95	80—84	76—80	88—91
Кварц	1—2	10—12	14—16	4—5
Кальцит	0,5	1,5—2	2—2,5	—0,5
Биотит и хлорит	3—4	3—4	2—3	4—5
Прочие минералы	0,5—1,5	1,5—2	2—2,5	0,5—1,5

Процессы, приводящие к цеолитизации туфогенно-осадочных толщ, носят региональный характер. Поэтому аутигенные месторождения клиноптилолита являются наиболее перспективными как по своим запасам, так и по благоприятным условиям залегания. Высокое содержание клиноптилолита в туфах позволяет ставить вопрос о возможности их использования в качестве сорбента без предварительного обогащения.

Клиноптилолит образует спутанноволокнистый микрочешуйчатый агрегат, характеризующийся весьма низким двупреломлением и имеющий показатель преломления $\sim 1,480$. В основной массе клиноптилолита заключены зерна кварца и других реликтовых минералов. Стекло, как правило, отсутствует, так как в первую очередь подвергается цеолитизации. По своим морфологическим особенностям клиноптилолит из разных месторождений различается незначительно. Гораздо более заметны расхождения в химическом составе между всей массой цеолитизированных пород и самим клиноптилолитом.

Таблица 2

Химический состав клиноптилолита из туфогенно-осадочных месторождений СССР

	Дзегви	Бадхыз	Ай-Даг	Новый Кохб
Содержание окислов, вес. %				
SiO ₂	62,36	67,00	65,90	65,45
TiO ₂	0,39	0,19	0,09	0,17
Al ₂ O ₃	13,14	11,73	12,20	12,92
Fe ₂ O ₃	1,63	0,71	1,01	0,84
FeO	—	0,12	0,18	0,37
MnO	—	—	—	—
MgO	0,92	0,88	0,57	0,90
CaO	2,72	3,35	4,05	4,13
Na ₂ O	3,99	3,10	2,55	0,84
K ₂ O	1,20	1,25	1,18	1,96
H ₂ O ⁺	8,32	5,58	6,20	7,22
H ₂ O ⁻	5,33	4,80	5,25	5,30
CO ₂	0,12	1,40	1,00	0,13
Сумма	100,14	100,23	100,18	100,11
Содержание ионов в пересч. на 72 ат.О				
Na	3,66	3,22	2,40	0,70
K	0,68	0,79	0,69	1,22
Ca	1,27	1,15	1,58	2,20
Mg	—	0,20	0,21	0,10
Al	7,07	6,96	6,78	6,57
Si	28,94	29,2	29,26	29,55
H ₂ O	21,50	19,00	20,00	19,50

Образцы клиноптилолита для полного химического анализа подверглись предварительному обогащению путем центрифугирования в тяжелых жидкостях и отборки под бинокуляром. Однако получить мономинеральную фракцию достаточно высокой чистоты не удалось из-за присутствия микровключений реликтовых минералов. Поэтому для перехода от полного химического анализа к кристаллохимическим формулам были использованы результаты рентгеновского и минералогического изучения обогащенных образцов, а также данные по количеству обменных катионов, позволяющие учесть количество микровключений посторонних минералов (табл. 2).

Сопоставление результатов полного химического анализа клиноптилолита из различных месторождений показывает, что по относительным содержаниям кремния и алюминия, а следовательно, и по величине максимальной обменной емкости они близки. То же относится и к содержанию воды. Основные отличия касаются состава обменных катионов. Клиноптилолит из месторождения Новый Кохб характеризуется повышенным содержанием кальция и калия. Клиноптилолит из месторождений Дзегви и Бадхыз близок по составу обменных катионов и характеризуется значи-

тельным преобладанием натрия над остальными катионами. Клиноптилолит месторождения Ай-Даг по составу обменных катионов занимает промежуточное положение, хотя и характеризуется некоторым преобладанием натрия над другими катионами.

Значительные различия в составе обменных катионов для клиноптилолита из нескольких месторождений СССР имеют определенное технологическое значение, так как позволяют наметить типы руд с различной преобладающей катионной формой цеолита: 1) преимущественно натриевая форма (Дзегви, Бадхыз); 2) натриево-кальциевая форма (Ай-Даг); 3) калиево-кальциевая форма (Новый Кокб). Учет катионной специфики клиноптилолита имеет важное значение при оценке технологических свойств этого цеолита как высокоселективного природного сорбента.

Институт минералогии, геохимии
и кристаллохимии редких элементов
Москва

Поступило
16 III 1973

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ А. В. Сидоренко, Геология — наука будущего, М., 1964. ² У. А. Дир, Р. А. Хауи, Дж. Зусман, Породообразующие минералы, т. 4, М., 1966. ³ R. L. Hau. Geol. Soc. Am. Spec. Paper., № 85 (1966). ⁴ R. A. Sheppard, Molecular Sieve Zeolites, I, Washington, 1971. ⁵ H. Minato, M. Utado, *ibid.* ⁶ А. С. Михайлов, А. И. Кринару, Сов. геол., № 4 (1970). ⁷ А. С. Михайлов, А. И. Кринару, С. Е. Маслов, ДАН, т. 199, № 3, 696 (1971). ⁸ Г. В. Гвахария, Н. И. Схиргуадзе и др., ДАН, т. 205, № 1, 179 (1972).